



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 43 41 466.4
22 Anmeldetag: 1. 12. 93
43 Offenlegungstag: 8. 6. 95

DE 43 41 466 A 1

71 Anmelder:
Gummlich, Harald, Dipl.-Ing., 13057 Berlin, DE

72 Erfinder:
gleich Anmelder

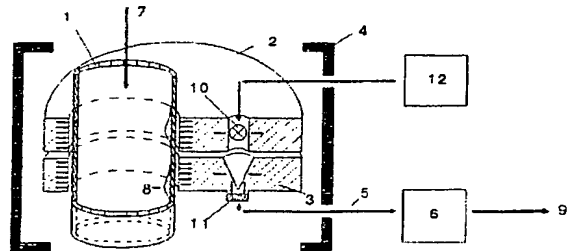
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Vorrichtung zur Erkennung zustandsfremder Beimengungen in fließenden Gasen oder Flüssigkeiten

57 Die Vorrichtung dient vorzugsweise der Erkennung geringster Mengen klarer Flüssigkeit, welche durch ein transparentes Behältnis mittels Luftstrom fortbewegt werden. Kleinste Gasblasen in strömenden Flüssigkeiten werden ebenfalls erkannt.

Entsprechend Fig. 1 umgeben Beleuchtungseinrichtung (2) und Lichtwandler (3) ein transparentes Behältnis (1) in einem Lichtschutzgehäuse (4). Der Lichtwandler (3) befindet sich in einer zusätzlichen Ebene außerhalb der Hauptwirkungsrichtung der Beleuchtungseinrichtung (2). Sich verändernde Lichtbrechungseffekte an der Grenzfläche von Transportmedium und Beimengung führen zu Änderungen der Lichtstärke im Lichtwandlerbereich.

Durch Vergleich des Informationssignals (5) mit Grenzwerten bildet die Auswerteeinheit (6) eine Ergebnisinformation (9), die den Durchfluß geringster Beimengungen signalisiert. Bei der Öl/Luft-Schmierung hilft die Erkennung des Schmiermittelflusses Betriebsstörungen zu vermeiden. Belastungen der Umwelt werden kostengünstig reduziert, da die Schmiermittelmenge dem Verbrauch angepaßt werden kann.



DE 43 41 466 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 95 508 023/314

8/27

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erkennung von Kleinstbeimengungen eines anderen Aggregatzustandes in fließenden Gasen oder Flüssigkeiten in einem transparenten Behältnis, z. B. einem transparenten Schlauch.

Im Anwendungsgebiet von sehr schnell rotierenden Teilen besteht an Lagerstellen die Notwendigkeit einer permanenten Schmierstoffzufuhr, da die auftretenden Fliehkräfte zur schnellen Abgabe an die Umgebung führen. Um schädliche Emissionen in die Umwelt kostengünstig zu reduzieren, ist es geboten, die Schmierstoffzufuhr stabil auf den geringen unmittelbaren Verbrauch abzustimmen.

Bei Unterbrechung der Ölzufuhr treten Schädigungen der Lager ein, da die Restmenge des Schmiermittels rasch abnimmt.

Es ist bekannt, daß bei der umweltschonenden Öl/Luft-Schmierung durch spezielle Dosiervorrichtungen tropfenweise ein Schmiermittel im Abstand von einigen Sekunden in einen Schlauch gegeben wird. Die Flüssigkeit benetzt die innere Oberfläche. Ein starker Luftstrom verteilt das Öl auf einen längeren Abschnitt des Schlauches und fördert es unabhängig von der Wirkung der Schwerkraft zur Schmierstelle. Dabei werden an der Innenwandung des Schlauches sich langsam bewegende und dünnsschichtige wellenförmige Strukturen gebildet.

Die Schichtdicke des Ölfilmes an der Innenwandung liegt in der Größenordnung einiger Hundertstel- bzw. Zehntelmillimeter, der übrige Innenraum wird vom fördernden Luftstrom ausgefüllt.

Als Ergebnis fließen nahezu kontinuierlich geringste Mengen des Schmiermittels über eine Öffnung am Ende des Transportschlauches an die Lagerstelle.

Eine zuverlässige Überwachung der Kontinuität des geringen Flüssigkeitsstromes ist somit im Interesse hoher Lebensdauer der Lagerstellen sowie eines kostengünstigen Umweltschutzes.

Das u. a. aus DE-OS 28 18 264 (G 01 P 13/10) bekannte optische Verfahren nach dem Prinzip der Transmissionsgradüberwachung (Absorption) mit Lichtschranken bestehend aus gegenüberliegendem Sender und Empfänger ist zum Nachweis dieser fließenden Ölschicht ungeeignet, da

- die leichten Schmiermittel einen Transmissionsgrad nahe 100% aufweisen,
- die Schichtdicke extrem dünn ist und
- die Lage der dünnen Flüssigkeitsschicht an der Innenwandung des Schlauches unbekannt ist.

Dies betrifft alle lichtschrankenähnlichen Verfahren, welche mit gebündeltem Licht arbeiten und wo Sender und Empfänger sich gegenüberstehen oder sich in ihrer Wirkung in örtlich begrenzten Teilen des Innenraumes kreuzen.

Die Vielzahl der bekannten mechanischen (z. B. DE 3608 296 A1/G01P 13/00) und kalorimetrischen (z. B. DE 35 06 430 A1/G01P 13/00) Verfahren scheiden für diese Anwendung aus, da eine zuverlässige Differenzierung des Transportmediums von der extrem geringen Beimengung unmöglich ist.

Vorrichtungen zur Erkennung einer geringen gasgeförderten Flüssigkeitsmenge sind nicht bekannt.

Aufgabe der Erfindung ist eine alterungsunempfindliche, kompakte und einfach nachrüstbare optische Vorrichtung zur Erkennung auch extrem geringer Anteile

zustandsfremder, optisch schwer unterscheidbarer und auch gut lichtdurchlässiger Beimengungen in fließenden Gasen oder Flüssigkeiten an beliebiger Stelle innerhalb eines transparenten Behältnisses.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird dadurch gelöst, daß eine Beleuchtungseinrichtung das transparente Behältnis in einer Ebene größtenteils umschließt und homogen hinsichtlich Richtung und Betrag ortsgebunden die sich im Transportmedium befindlichen Beimengungen beleuchtet. Durch sich verändernde Brechungsprozesse an den Grenzflächen zwischen dem fließenden Transportmedium und den Beimengungen wird das Licht so abgelenkt, daß es auf einen größtenteils das Behältnis umschließenden in einer angrenzenden Ebene befindlichen und homogen hinsichtlich Betrag und Richtung wirkenden optoelektrischen Lichtwandler trifft. Durch Vergleich mit vorgegebenen Grenzwerten wird in einer Auswerteeinheit eine Ergebnisinformation gebildet, welche das Vorhandensein einer zustandsfremden Beimengung signalisiert. Weitere Einzelheiten sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 Die Prinzipdarstellung der Vorrichtung im Schnitt;

Fig. 2a Auszugsweise Lichtverteilung ohne Beimengung;

Fig. 2b Auszugsweise Lichtverteilung mit Beimengung 8 und Bildung von in Fließrichtung wandernden Bereichen erhöhter Lichtstärke durch Lichtbrechung an einer Flüssigkeits/Gas-Grenzfläche außerhalb des Wirkungsbereiches des Lichtwandlers 3;

Fig. 2c Auszugsweise Lichtverteilung mit Beimengung 8 und Bildung von in Fließrichtung wandernden Bereichen erhöhter Lichtstärke durch Lichtbrechung an einer Flüssigkeits/Gas-Grenzfläche innerhalb des Wirkungsbereiches des Lichtwandlers 3.

Der prinzipielle Aufbau, in Fig. 1 im Schnitt aus seitlicher Sicht dargestellt, besteht neben dem transparenten Transportschlauch 1 aus einer Beleuchtungseinrichtung 2, einem Lichtwandler 3, welcher das elektrische Informationssignal 5 bereitstellt und dem Lichtschutzgehäuse 4. Die Auswerteeinheit 6 verstärkt und wertet die nicht konstante und die konstante Komponente des Informationssignals 5 aus und bildet eine Ergebnisinformation 9.

Die Beleuchtungseinrichtung 2 besteht aus einem geformten Lichtleiter mit integrierter Lichtquelle 10. Der Lichtwandler 3 besteht aus einem geformten Lichtleiter mit integriertem Photoelement 11. Die Lichtquellenstromversorgung 12 versorgt die Lichtquelle 10.

Da die Lage der Beimengung 8 an der Innenwandung des Schlauches im allgemeinen nicht bekannt ist, wird als wesentliches Merkmal der Vorrichtung zweckmäßigerweise eine ringförmige Gestaltung von Beleuchtungseinrichtung 2 und Lichtwandler 3 vorgeschlagen.

Die Lichtleiter zeichnen sich durch ortsunabhängige homogene Wirkung hinsichtlich Richtung und Betrag bezüglich Schlauchinnenwand und Innenraum aus.

Unter Anwendung allgemein bekannter Methoden der Lichttechnik wird dies durch Ausformung und Oberflächengestaltung der Lichtleiter gewährleistet, so daß die Lichtstärke der Beleuchtungseinrichtung 2 und die Empfindlichkeit des Lichtwandlers 3 an allen Punkten ihrer Arbeitsfläche zur Schlauchoberfläche gleich ist.

Beispielsweise kann für die Form der Lichtleiter eine

elliptische Geometrie gewählt werden, in deren Brennpunkten sich einerseits der Transportschlauch und andererseits eine rundstrahlende Lichtquelle oder ein richtungsunabhängig gestaltetes Photoelement befinden. Eine verspiegelte Oberfläche verhindert den Lichtaustritt an der übrigen Oberfläche des Lichtleiters.

Als rundstrahlende Lichtquelle 10 eignet sich eine Glühlampe; ein kegelförmiger Reflektor sichert die Richtungsunabhängigkeit eines üblicherweise einseitig wirkenden Photoelementes 11.

Diese Geometrie ermöglicht eine allseitige und einheitliche Wirkung auf den Transportschlauch. Für alle Richtungen ist der zurückzulegende Weg des Lichtes im Lichtleiter über die elliptische Außenkontur gleich lang, so daß von nahezu gleichen Bedingungen an der Arbeitsfläche gegenüber dem Transportschlauch ausgegangen werden kann. (Im Sinne der allgemein bekannten Geometrie einer Ellipse kann die geradlinige Wirkung zwischen den Brennpunkten durch ein optisches Hindernis versperrt werden).

Als weiteres wesentliches Merkmal der Vorrichtung stehen sich Lichtsender und Lichtempfänger nicht wie üblich gegenüber, sondern umgeben den transparenten Schlauch quer zur Fließrichtung in übereinander liegenden Ebenen.

Die quer zur Fließrichtung 7 gewählte Wirkungsrichtung der Beleuchtungseinrichtung 2 verringert die direkte Lichteinstrahlung in den Lichtwandler 3. Andererseits ermöglicht die direkt angrenzende Lage des Lichtwandlers 3 zur Beleuchtungseinrichtung 2, daß bestimmte Lichtstrahlen welche durch Brechung geringfügig von ihrer normalen Richtung abgelenkt wurden, den Wirkungsbereich des Lichtwandlers 3 zusätzlich erreichen können. (Siehe Fig. 2a bis 2c).

Die gewählte Wirkungsrichtung der Beleuchtungseinrichtung 2 gewährleistet eine hohe Lichtstärke im Innenraum des Schlauches. Bei geringerer direkter Einstrahlung in den Lichtwandler 3 wird damit das Verhältnis zu jenem Licht optimiert, welches durch Brechung auf den Lichtwandler 3 gelenkt wird.

Mit dem Informationssignal 5 des Lichtwandlers steht somit eine Information zur Verfügung, die die direkte Einstrahlung der Beleuchtungseinrichtung 2, die Streulichte effekte des transparenten Behältnisses 1/der Beimengung 8, den Transmissionsgrad des Behältnisses 1/der Beimengung 8 und die Brechungseffekte an der Oberfläche der Beimengung repräsentiert.

Diese Konstruktion ermöglicht eine vorteilhafte Erfassung geringster Brechungseffekte an der Grenzfläche von Flüssigkeit und Luft innerhalb des Schlauches selbst bei dünnsten Flüssigkeitsschichten mit geringer Oberflächenkrümmung.

Bewegt sich an der Innenwand des Schlauches eine tropfen- oder wellenförmige Flüssigkeitsschicht, so wird das Licht an der Grenzfläche Flüssigkeit/Gas gebrochen — auf den Lichtwandler 3 treffen somit in Korrelation zur Oberflächenstruktur alternierend Bereiche höherer und geringerer Lichtstärke (Siehe Fig. 2b/2c).

Die Dimensionierung von Beleuchtungseinrichtung 2, Lichtwandler 3, deren Abstand zueinander und des Behältnisses erfolgt so, daß eine Kompensation durch mehrere hintereinander folgende und somit gleichzeitig erfaßte Brechungseffekte (Tropfen/Wellen) im Informationssignal 5 vermieden wird.

Während die direkte und gestreute Lichteinstrahlung der Beleuchtungseinrichtung 2 in den Lichtwandler 3 im Informationssignal 5 eine kostante Komponente darstellen (Siehe Fig. 2a), verändert sich die Komponente

des gebrochenen Lichtes entsprechend der durch den Luftstrom gebildeten Oberflächenform und der Lage der Beimengung 8 im Sinne einer Verringerung (Fig. 2b) oder einer Erhöhung (Fig. 2c).

Die Beurteilung des gasgeförderten Flüssigkeitsstromes kann nun durch Auswertung der sich ändernden Komponente des Informationssignals 5 in der Auswerteeinheit 6 erfolgen.

Mit an sich bekannten Verfahren der elektronischen Signalverarbeitung wird die schwankende Komponente des Informationssignals vom konstanten Teil abgetrennt und verstärkt. Die Frequenz dieses Informationssignales 5 wächst mit der Fließgeschwindigkeit. Die Amplitude wächst mit ansteigender mittlerer Schichtdicke der Flüssigkeit.

Ein Unterschreiten der Amplitude bzw. ein Überschreiten der Periodendauer kann somit der Indikation eines zu geringen Flüssigkeitsstromes dienen, welcher durch die Ergebnisinformation 9 angezeigt wird.

Bezogen auf das o. g. Anwendungsbeispiel können somit Schäden an trockenen Schmierstellen vermieden werden, wenn durch zweckmäßige Auswertung der Ergebnisinformation entsprechende Maßnahmen ergriffen werden.

Das o. g. Wirkungsprinzip ist auf Gasblasen in Flüssigkeiten als Transportmedium übertragbar. Feste Beimengungen können bei bestimmten optischen Materialeigenschaften ebenfalls durch die o. g. Vorrichtung erkannt werden.

Weiterhin ist unter dem Gesichtspunkt der zur Anwendung kommenden Materialeigenschaften (Viskosität, Oberflächenspannung usw.) die Einbeziehung zusätzlicher Charakteristika des Kurvenverlaufes des Informationssignals 5 zur Bildung der Ergebnisinformation 9 nach allgemein bekannten Verfahren möglich.

Die Beleuchtungseinrichtung 2 kann hinsichtlich ihrer Wirkung Inhomogenitäten aufweisen, wenn der Lichtwandler 3 seinerseits in seiner Wirkung entgegengesetzte Ungleichmäßigkeiten aufweist, so daß durch Kompensation beider Abweichungen keine wesentliche Beeinträchtigung des Informationssignals 5 und somit der Ergebnisinformation 9 vorliegt.

Unter Beachtung der Verfügbarkeit effizienter optoelektronischer Bauelemente ist die Nutzung von Licht aus dem infraroten spektralen Bereich sinnvoll.

Unter bewußter Anwendung von Kräften der Schwerkraft und der Strömungstechnik, kann die Lage der Beimengungen so beeinflusst werden, daß Beleuchtungseinrichtung 2 und/oder Lichtwandler 3 den Schlauch nicht vollständig umgeben müssen.

Für eine konstruktive Vereinfachung der Lichtleiter können auch mehrere Beleuchtungseinrichtungen bzw. Lichtwandler durch Teilung in einer Ebene eingesetzt werden. Gleichmaßen sind mehrere Lichtquellen innerhalb einer Beleuchtungseinrichtung und/oder mehrere Photoelemente in einem Lichtwandler einsetzbar.

Anstelle des allgemein üblichen Schlauches kann ein flexibles oder starres lichtdurchlässiges Behältnis mit unterschiedlich geformtem Querschnitt verwendet werden.

Im Interesse höherer Störsicherheit gegenüber Fremdlichteinflüssen ist die Anwendung modulierten Lichts und einer dementsprechend abgestimmten frequenzselektiven Auswerteeinheit von Vorteil.

Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit kann die Erweiterung mit zusätzlichen Beleuchtungseinrichtungen 2 und/oder Lichtwandlern 3 in weiteren Ebenen sinnvoll sein.

Eine Richtungserkennung der strömenden Beimen-

gungen 8 ist realisierbar, wenn eine Erweiterung der Lichtwandler in mindestens einer weiteren Ebene und eine geeignete Auswertung der Informationssignale 5 nach allgemein bekannten Methoden der Signalverarbeitung erfolgt.

Während bei relativ schnell fließenden Transportmedien eher dynamische Auswertverfahren sinnvoll erscheinen, kann bei sehr langsam fließenden Transportmedien durch Anordnung von Lichtwandlern in Ebenen jeweils oberhalb und unterhalb der Beleuchtungseinrichtung 3 und durch vergleichende Auswertung der beiden Informationssignale eine in der Regel räumlich unterschiedlich verteilte Beimengung statisch erkannt werden.

Ein weiterer Vorteil liegt in der Unempfindlichkeit der Vorrichtung gegenüber relativ langfristigen Veränderungen, so bei Vergilbung und begrenzter Verschmutzung des Schlauches.

Da die Vorrichtung auch auf einen vorhandenen Schlauch aufgeschoben werden kann, sind Störungsrisiken durch zusätzliche Schlauchunterbrechungen und -verbindungen ausgeschlossen.

Ein weiteres vorteilhaftes Anwendungsgebiet der Vorrichtung ist die Erkennung von kleinsten Gasblasen in strömenden transparenten Flüssigkeiten, da an deren Oberfläche auf das beschriebene Prinzip übertragbare Lichtbrechungseffekte stattfinden.

Abhängig von den optischen Eigenschaften des Transportmediums und der Beimengung, eignet sich die Vorrichtung auch zur Erkennung fester Beimengungen.

Bezugszeichenliste

- 1 Transparentes Behältnis
- 2 Beleuchtungseinrichtung
- 3 Lichtwandler
- 4 Lichtschutzgehäuse
- 5 Informationssignal
- 6 Auswerteeinheit
- 7 Fließrichtung der Beimengung
- 8 Beimengung
- 9 Ergebnisinformation
- 10 Lichtquelle
- 11 Photoelement
- 12 Lichtquellenstromversorgung

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erkennung zustandsfremder Beimengungen in fließenden Gasen oder Flüssigkeiten an beliebiger Stelle in einem transparenten Behältnis mittels Beleuchtungseinrichtung und Lichtwandler **dadurch gekennzeichnet**, daß sich bewegende zustandsfremde Beimengungen (8) in einem Transportmedium durch eine in einer Ebene angeordnete, größtenteils das Behältnis umschließende und homogen hinsichtlich Richtung und Betrag zum Behältnis wirkende Beleuchtungseinrichtung (2) ortsgebunden so beleuchtet werden, daß das durch sich ändernde Brechungsprozesse an einer in Form und Lage unstabilen Grenzfläche zwischen Transportmedium und Beimengung (8) abgelenkte und gestreute Licht in nicht konstanter Lichtstärke auf einen in angrenzender Ebene angeordneten, größtenteils das Behältnis umschließenden und homogen hinsichtlich Richtung und Betrag zum Behältnis wirkenden optoelektrischen Licht-

wandler (3) trifft und durch Vergleich mit vorgegebenen Grenzwerten in einer Auswerteeinrichtung (6) zur Bildung eines eindeutigen Ergebnissignals (9) dient, welches das Vorhandensein einer zustandsfremden Beimengung signalisiert.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Beleuchtungseinrichtung (2) das transparente Behältnis (1) vollständig umgibt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwandler (3) das transparente Behältnis (1) vollständig umgibt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß nur begrenzte Anteile des sichtbaren und nicht sichtbaren Lichtspektrums benutzt werden.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Licht aus dem infraroten spektralen Bereich des Lichtes benützt wird.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das verwendete Licht moduliert ist und die Auswerteeinheit (6) frequenzselektiv arbeitet.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Beleuchtungseinrichtungen (2) durch Teilung in einer Ebene eingesetzt werden.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Lichtwandler (3) durch Teilung in einer Ebene eingesetzt werden.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Beleuchtungseinrichtungen (2) in mindestens einer zusätzlichen Ebene eingesetzt werden.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Lichtwandler (3) in mindestens einer zusätzlichen Ebene eingesetzt werden.

11. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß, die Beleuchtungseinrichtung (2) Inhomogenitäten hinsichtlich Wirkungsrichtung und Betrag gegenüber der transparenten Behälterwandung aufweist, die durch entgegengesetzt wirkende Inhomogenitäten des Lichtwandlers (3) und/oder der Auswerteeinheit kompensiert werden.

12. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß durch Nutzung der Schwerkraft und/oder strömungstechnischer Gesetzmäßigkeiten die Lage der Beimengungen beeinflußt und dementsprechend durch eingegrenzte Wirkung der Beleuchtungseinrichtung (2) und/oder der Lichtwandler (3) erfaßt werden.

13. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz des Informationssignals (5) ausgewertet wird.

14. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß, durch vergleichende Auswertung der Informationssignale (5) von mindestens zwei in unterschiedlichen Ebenen angeordneten Lichtwandlern (3) eine Ergebnisinformation (9) zur Erkennung einer Beimengung (8) gebildet wird.

15. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß durch vergleichende Auswertung der Informationssignale (5) von mindestens zwei in unterschiedlichen Ebenen angeordneten Lichtwandlern (3) eine Ergebnisinformation (9) zur Erkennung der Bewegungsrichtung der Beimengung (8) gebildet wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

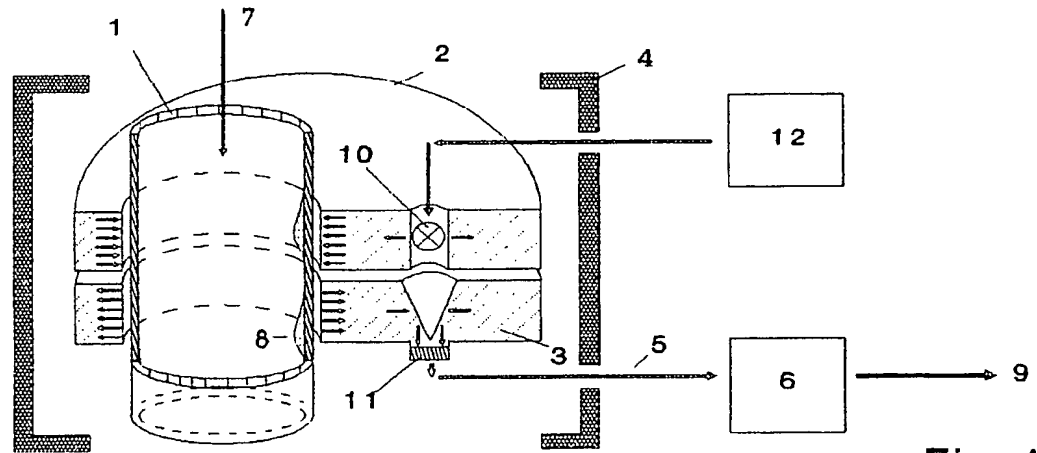


Fig. 1

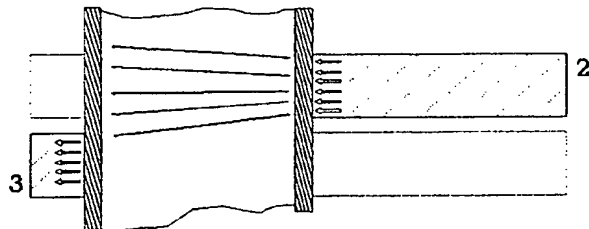


Fig. 2a

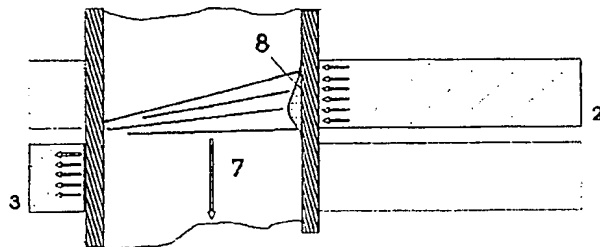


Fig. 2b

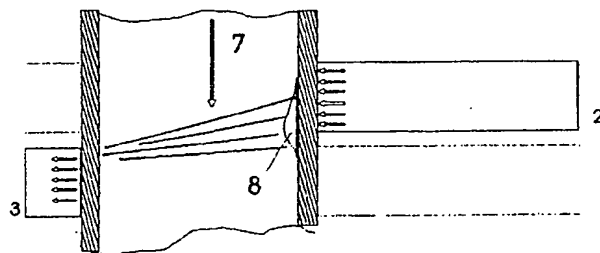


Fig. 2c

508 023/314